

Keijo Halonen

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön hyödyntämisen selvitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

6.11.2017

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Keijo Halonen Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön hyödyntämisen selvitys 36 sivua 6.11.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	yliopettaja Aki Valkeapää toimintovastaava Sauli Kopalainen
<p>Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa kerätään kaatopaikkakaasua vanhalta sekä uudelta kaatopaikalta. Biokaasua tuotetaan biokaasulaitoksen mädätysprosessista. Näistä kaasuista tuotetaan Ämmässuon kaasun- sekä biokaasuvoimalaitoksessa sähköä ja lämpöä Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen omiin tarpeisiin. Hyödyntämättä jäänyt sähkö myydään valtakunnan verkkoon. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus on omavarainen sähkökäytön ja lämmön hyötykäytön osilta.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkoituksena on selvittää Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön käytön ja hyödyntämisen periaatteet sekä se, voiko lämmön hyödyntämistä tehostaa, jotta suurin osa tuotetusta lämmöstä hyötykäytettäisiin eikä sitä jouduttaisi hukkaamaan voimalaitosten hätäjäähdytyspiireissä. Hätäjäähdytyspiiri on voimalaitoksen moottorin jäähdytysjärjestelmä, jolla pidetään moottorien lämpötila sopivana.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin myös Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kaatopaikkojen kaatopaikkakaasun keräyksen ja biokaasulaitoksen tuotetut kaasumäärät. Lukujen perusteella selvisi sähkön- ja aluelämmön tuotto, joiden perusteella laskettiin ja arvioitiin aluelämmön riittävyys tulevaisuudessa.</p> <p>Selvityksessä todetaan aluelämmön riittävän nykyisellä kulutuksella vuoteen 2022 asti. Lämmön hyödyntämisastetta on mahdollista tehostaa tulevaisuudessa. Arvoilta 5–7 vuoden päästä kaatopaikkojen kaasumäärät ovat laskeneet niin, että lämpöä ei riitä Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen tarpeisiin. Tämän takia tulisi miettiä aluelämmön tulevaisuutta, jolla välttyttäisiin jätteenkäsittelykeskuksen palaamista takaisin öljy- tai sähkölämmitykseen. Tulisi pohtia korvaavia ratkaisuja, joilla kaasumoottorit pysyisivät käytössä, sekä hyödynnettäisiin nykyisiä ratkaisuja Ämmässuon aluelämpöverkon osalta. Samalla on mietittävä ulkopuolista lämpöverkon toimijaa, jolta saataisiin lämpöä aluelämpöverkkoon.</p>	
Avainsanat	aluelämpö, lämmitysenergia

Author Title Number of Pages Date	Keijo Halonen Ämmässuo waste treatment centre district heating utilization study 36 pages 6 November 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Engineering
Instructors	Aki Valkeapää, Principal lecturer Sauli Kopalainen, Operational manager
<p>The purpose of this bachelor's thesis was to study how district heat is utilised at the Ämmässuo waste treatment centre and to establish if the utilisation could be further improved. In order to establish whether the district heating and electricity produced at Ämmässuo will be sufficient in the future, the amount of gas that can be collected from the landfills and the biogas facility was measured.</p> <p>This study showed that although plenty of heat is produced currently, the amount of gas formed is declining at an alarming rate. In a near future, the amount of heat produced will not be enough for all of the processes at the waste treatment centre. Therefore it is high time to make decisions about the future of district heating at Ämmässuo. Reverting to using oil and electricity for heating is not an option. Alternative fuels must be explored to keep the gas engines running and to utilise the existing structures and facilities. In addition, the involvement of third-party district heat providers should be considered.</p>	
Keywords	District heating, biogas, waste treatment centre

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY	3
3	Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kaatopaikkakaasun biokaasunkeräysjärjestelmät	ja 7
4	Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen lämmön- ja sähköntuotanto	12
4.1.1	Kaasuvoimalaitos CHP1 sähköntuotanto	13
4.1.2	Kaasuvoimalaitoksen CHP1 aluelämmön tuotanto ja hyötykäyttö	14
4.1.3	Kaasuvoimalaitoksen ORC-prosessi	16
4.2	Biokaasuvoimalaitos CHP2	17
5	Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämpöverkko	20
5.1	Aluelämmön energiamittaukset	21
5.1.1	Kamstrup -energiamittaukset	21
5.1.2	Endress + Hauser -energiamittaukset	22
5.1.3	Sensus Metering Systems PolluTherm Pt500 -energiamittari	22
6	Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön hyötykäyttö	24
6.1	Aluelämmön hyötykäyttö vuosina 2010–2013	24
6.2	Aluelämmön hyötykäyttö vuonna 2014	25
6.3	Aluelämmön hyötykäyttö vuonna 2015	25
6.4	Aluelämmön hyötykäyttö vuonna 2016	26
7	Tulokset	28
8	Pohdinta	31
	Lähteet	34

Lyhenteet

CHP	Combinet Heat and Power, eli yhteistuotantojärjestelmä voimalaitoksissa, joissa tuotetaan sähköä ja lämpöä.
HSY	Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
ORC	Organic Rankine Cycle, on orgaaninen Rankine- kierto prosessi, jossa käytetään kiertoaineena sopivaa orgaanista nestettä.

1 Johdanto

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskukseen on rakennettu aluelämpöverkko, jolla lämmitetään jätteenkäsittelykeskuksessa olevat rakennukset. Aluelämpöverkko on otettu käyttöön vuonna 2010, minkä jälkeen jätteenkäsittelykeskuksen olemassa olevat rakennukset lisättiin hiljalleen aluelämpöverkon piiriin. Vuoden 2013 jälkeen suurin osa rakennuksista oli lisätty aluelämpöverkkoon ja jatkossa uudet käyttökohteet lisätään aluelämpöverkkoon. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämpöverkkoon lämpö tuotetaan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa sijaitsevilla kaasuvoimalaitoksella (CHP1) ja vuonna 2017 toimintansa aloittaneella biokaasuvoimalaitoksella (CHP2). Voimalaitoksissa on kaasumootoreita, jotka saavat kaasunsa Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen vanhalta ja uudelta kaatopaikalta sekä biokaasulaitoksesta. Voimalaitoksissa kaasumootorit pyörittävät generaattoria tuottaen sähköä. Moottorien jäähdytyksestä saadaan lämpöä, jota hyödynnetään Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämpöverkossa. Moottorien tuottama lämpö luovutetaan lämmönvaihtimien kautta aluelämpöverkkoon. Kun aluelämpöverkossa ei ole kulutusta, joudutaan käyttämään moottorien hätäjäähdytyspiirejä. Tällöin moottorien luovuttama lämpö hukataan ”harakoille”, eli puhalletaan ilmaan.

Aluelämpöverkon rakentamisen jälkeen kaasuvoimalaitoksen kaasumootorien hyötylämmön käyttö on ollut vähäistä. Tämän takia kaasuvoimalaitoksella joudutaan käyttämään jatkuvasti kaasuvoimalaitoksen kaasumootorien hätäjäähdytyspiirejä, joilla viilennetään kaasumootorien öljyä. Kaasumootorien hätäjäähdyttimet käyvät jatkuvasti, koska hyödynnettävälle lämmölle ei ole käyttöä. Kaasuvoimalaitoksen hätäjäähdyttimien käyttö ei ole kustannustehokasta, koska käyttökohteissa ja prosesseissa tarvitaan lämpöä. Vuonna 2017 käyttöön otettu biokaasuvoimalaitos CHP2:n käynnistyminen on lisännyt hätäjäähdytyksen tarvetta.

Biokaasuvoimalaitoksesta tuli vuonna 2017 Ämmässuon aluelämpöverkon peruskuormalaitos. Biokaasuvoimalaitos kuuluu biokaasun syöttötariffiin piiriin, joka myönnetään uusille biokaasulaitoksille. Biokaasun syöttötariffin piirissä olevat voimalaitokset saavat sähkön myynnistä normaalia paremman myyntihinnan. Biokaasun tariffin perusteena on, että voimalaitoksen kokonaishyötysuhde on vähintään 75 %. Tämän takia hyötylämmön kulutuksen tulisi olla tasaista ympäri vuoden.

Projektin tavoitteena on selvittää vanhan ja uuden kaatopaikan sekä biokaasulaitoksen tuottamat kaasumäärät. Kaasumäärien avulla saadaan selville kaasun riittävyys tulevaisuudessa. Kaasun riittävyyden perusteella saadaan laskettua sähkön- ja lämmöntuotantoennusteet vuosille 2017–2030. Samalla selvitetään hyötylämmön nykyinen kulutus, josta voidaan päätellä lämmön tarpeet. Kulutuksen selvittyä voidaan päätellä, mitä ratkaisuja jätteenkäsittelykeskuksessa pitäisi tehdä nykyisiin ratkaisuihin perustuen. Jätteenkäsittelykeskuksessa on tarjolla aluelämpöä, joka tulisi hyödyntää mahdollisimman hyvin, jotta jätteenkäsittelykeskuksen lämmöntuotannon hyötysuhde paranisi, jolloin voimalaitoksien hätäjähdytyspiirejä ei tarvitse käyttää.

2 Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä tuottaa pääkaupunkiseudun jäte- ja vesihuollon palveluita pääkaupunkiseudun yli miljoonalle ihmiselle ja yrityksille. HSY tuottaa myös seudullista tietoa pääkaupunkiseudusta ja alueen ympäristöstä. HSY aloitti toimintansa vuonna 2010. HSY:ssä yhdistyi Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan vesihuoltolaitokset sekä Pääkaupunkiseudun yhteysvaltuuskunnan YTV:n jätehuolto, seutu- ja ympäristötieto. [1] Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän jäsenkunnat ovat Espoo, Helsinki, Kauniainen ja Vantaa. HSY:n päätehtävä on tuottaa pääkaupunkiseudun yli miljoonalle asukkaalle laadukasta talousvettä, järjestää jätteiden keruu ja käsittely ympäristöystävällisesti sekä toimia jätevesien puhdistajana. Helsingin seudun ympäristöpalvelut on Suomen suurin ympäristöalan toimija. Helsingin seudun ympäristöpalveluilla oli töissä 753 henkilöä vuonna 2016. Suurin osa henkilöstöstä jakautuu jäte- ja vesihuollon piiriin. [2]

2.1 Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus sijaitsee Espoon länsiosassa Espoon kaupungin ja osittain Kirkkonummen kunnan alueella. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa sijaitseva kaatopaikka on Pohjoismaiden suurin kaatopaikka. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen toiminta alkoi vuonna 1987 yhdyskuntajätteen kaatopaikkana. 1990-luvulla Ämmässuosta tuli ainoa pääkaupunkiseudun toimiva kaatopaikka, kun seudun muut kaatopaikat tai käsittelykeskukset lopettivat toimintansa. Nykyisin jätteenkäsittelykeskus on noin 200 hehtaarin kokoinen käsittelykeskus, joka tarjoaa monipuoliset jätteenkäsittelypalvelut pääkaupunkiseudulle ja Kirkkonummen kunnalle.

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus on vuosien saatossa muuttunut kaatopaikasta ekoteollisuuskeskukseksi. Biojätteet käsitellään laitosmaisesti, jolloin lopputuotteina syntyy multaa ja biokaasua. Alueella käsitellään jätepolttolaitoksen kuonaa ja tuhkaa sekä piilaantuneita maita. Kaatopaikalle loppusijoitukseen päätyvät vain sellaiset jätejakeet, joita ei voi muuten hyödyntää. Alueen toimintoihin kuuluu myös muodostuvien vesienhallinta ja kaatopaikkakaasun keräys ja hyötykäyttö. Jätteenkäsittelykeskuksessa toimii myös Sorttiasema, jonne yksityishenkilöt voivat tuoda pieniä jäte-eriä vastaanotettavaksi. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen eri toiminnot on esitetty kuvassa 1.

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen toiminta muuttui merkittävästi, kun Vantaan Energia Oy:n jätteenpolttolaitos käynnistyi Vantaalla vuonna 2014. Tämän jälkeen laajamittainen yhdyskuntajätteen sijoittaminen jätteenkäsittelykeskuksen kaatopaikoille loppui melkein kokonaan. Jätteenpolttolaitoksen käynnistyttyä jätteenkäsittelykeskuksessa alkoi Vantaan jätteenpolttolaitoksen pohjakuonan ja tuhkien käsittely, hyötykäyttö ja loppusijoitus. [3, s. 7.]

Vuoden 2016 alussa astui voimaan valtioneuvoksen asetus VNa331/2013 kaatopaikoista, joka rajoittaa biohajoavan ja orgaanisen jätteiden sijoittamista kaatopaikoille. Läjitetävässä jätteessä ei saa olla yli kymmentä prosenttia orgaanista jätettä. Tämä rajoite vähensi merkittävästi erilaisten jätteiden määrää Ämmässuon jätteenkäsittelykeskukseseen.

Ämmässuo koostuu nykyisin kolmesta erillisestä kaatopaikasta. Vanha kaatopaikka-alue, joka aloitti toimintansa vuonna 1987. Vanhalle kaatopaikalle lopetettiin jätteen läjitäminen vuonna 2007 puutteellisten pohjarakenteiden vuoksi. Vanhan kaatopaikan pinta-ala on noin 52 hehtaaria. Kaatopaikalle sijoitettiin sen toiminta-aikana 14 miljoonaa tonnia yhdyskuntajätettä. Tällä hetkellä vanhasta kaatopaikasta on lakialueelle käytössä noin kuuden hehtaarin alue. Lakialueella otetaan vastaan erilaisia maanjakeita. Vuonna 2016 vanhalle kaatopaikalle otettiin vastaan 164 268 tonnia kiviainespitoista jätettä kaatopaikan pinnan muotoiluun.

Uusi kaatopaikka-alue eli bioreaktorikaatopaikka aloitti toimintansa marraskuussa 2007. Uuden kaatopaikan kokonaispinta-ala on 12,4 hehtaaria, josta vuonna 2016 oli käytössä 6,7 hehtaaria. Uudelle kaatopaikalle vastaanotetaan Vantaan jätteenpolttolaitokselle kelpaamatonta jätettä, kuten asbestia, kiviainespohjaista- ja rakennusteollisuusjätettä. Vuonna 2016 uudelle kaatopaikalle läjitettiin 5 994 tonnia jätettä ja 803 tonnia asbestijätettä. [4, s. 31.]

Vaaralliselle jätteelle tarkoitettu kaatopaikka, eli tuhkalokero, rakennettiin vuonna 2014. Tuhkalokerossa käsitellään Vantaan jätevoimalan jätevoimalatuhkat. Vaarallisen jätteen kaatopaikan pinta-ala on 0,4 hehtaaria, josta käytössä oli vuonna 2016 0,25 hehtaaria. Tuhkalokeroon sijoitettiin 6 187 tonnia jätevoimalatuhkaa vuonna 2016. [5, s. 31.]

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa käsitellään myös pääkaupunkiseudun erilliskerättyä biojätettä, joka sisältää kotitalouksien- ja teollisuudesta kerättyä biojätettä. Alueella kerätään myös puutarhajätettä, josta osa käytetään tukiaineena kompostointiprosessissa ja loput auma kompostoidaan kentällä. Käsittelystä syntyy kompostia, jota käytetään mullan valmistuksen raaka-aineena. Vuodesta 2016 Ämmässuolla on valmistettu omaa multaa. [6, s. 1.]

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kaasuvoimala otettiin käyttöön vuonna 2010. Voimalaitos hyödyntää Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kaatopaikoilta kerättävän kaatopaikkakaasun. Kaasuvoimalaitos on yksi Euroopan suurimmista kaatopaikkakaasua hyödyntävä voimalaitos. [7]

Pääosa erilliskerätystä biojätteestä toimitetaan biokaasulaitokseen, jossa biojäte mädätetään. Tämä on osavirtamädätystä, jonka ansiosta prosessista saadaan talteen biojätteen sisältämä energia biokaasuna. [8, s. 18.] Biokaasulaitoksen mädätteestä palautetaan biolaitoksen prosessiin humuksesta tärkeät ravinteet [9].

Jätteenkäsittelykeskuksessa toimii myös Ekomo, eli Ämmässuon ekoteollisuuskeskus. Tavoitteena on rakentaa Ämmässuon alueelle HSY:n toimintojen ympärille keskittyvä yritys ympäristö. Alueella toimivat eri yritykset tekisivät yhteistyötä keskenään sekä HSY:n kanssa. Nykyisin Ekomon alueella toimii erilaisia jätteen hyödyntämisyrityksiä. [10]



Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus

1. Toimistorakennukset	13. Kaasuvoimala
2. Ämmässuon Sortti-asema	14. Kuonakenttä
3. Vaaka-asema	15. Paalikenttä
4. Vanha kompostointilaitos	16. Kiviainespohjaisten lietteiden selkeytysallas
5. Biokaasulaitos	17. Lajittelukatos
6. Kompostointilaitos	18. Pinnoitetun puun kenttä
7. Biokaasuvoimala	19. Louhekenttä
8. Biopesuri	20. Tuhkalokero
9. PIMA-halli	21. Vastaanottokenttä
10. PIMA-kenttä	22. Kaatopaikka
11. Puhtaan puun kenttä	23. Vanha kaatopaikka
12. Vesiasema	24. Öljyntorjuntakontti

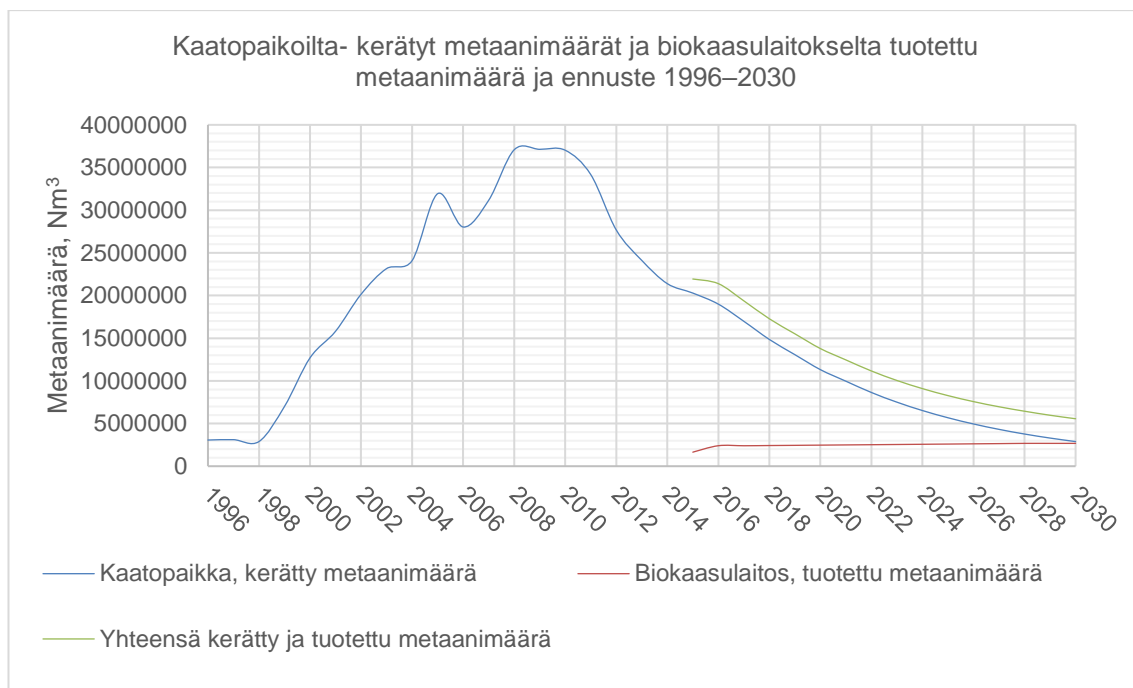
Kuva 1. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus vuonna 2016 [11].

3 Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kaatopaikkakaasun ja biokaasunkeräysjärjestelmät

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kaatopaikoilta on kerätty kaatopaikkakaasua vuodesta 1996. Biokaasua on tuotettu biokaasulaitoksessa vuodesta 2015 lähtien. Kaatopaikkakaasu sisältää noin 50 % ja biokaasu noin 58 % metaania. Lisäksi kaasussa on hiilidioksidia ja vesihöyryä sekä rikkiyhdisteitä. Metaani on voimakas kasvihuonekaasu.

Vuosina 1996–2004 kaatopaikkojen kaasusta poltettiin soihutupolttimissa. Vuosina 2004–2010 kaatopaikkakaasusta hyödynnettiin noin 55 %. Kaatopaikkakaasu johdettiin kaasuputkea pitkin Fortum Oy:lle Espoon Kivenlahden lämpökeskukseen, jossa tuotetaan kaukolämpöä Espoon kaupungin tarpeisiin. Loput kaasusta poltettiin jätteenkäsittelykeskuksessa soihutupolttimissa.

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kaatopaikkojen kaasunkeräyksen huippuvuodet olivat vuosina 2005–2010. Tämän jälkeen kaasuntuotanto on alkanut ehtyä vanhalta kaatopaikalta vuodesta 2010 johtuen siitä, että jätettä ei ole enää läjitetty kaatopaikalle vuoden 2007 jälkeen. Kaasuntuotanto ehtyy myös uudella kaatopaikalla kyseisen syyn takia. Kuvassa 2 on esitetty graafisessa muodossa ja taulukossa 1 taulukkomuodossa kerätyt metaanimäärät kaatopaikkojen ja biokaasulaitoksen tuotoista vuosilta 1996–2016 sekä metaanimääräennusteet vuosille 2017–2030.



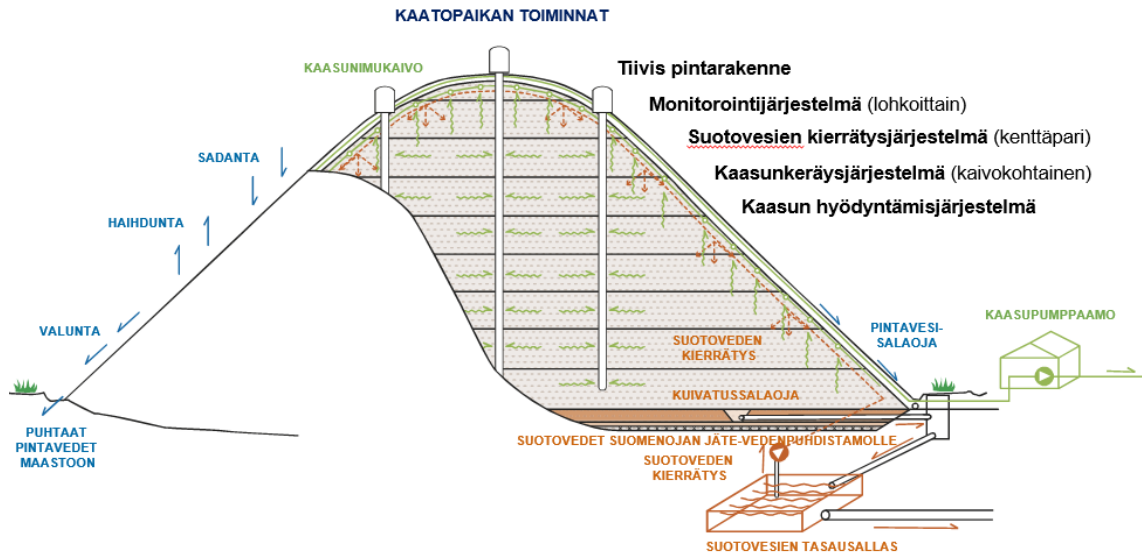
Kuva 2. Ämmässuon kaatopaikoilta kerätyn metaanikaasumäärä ja ennuste vuosille 1996–2030 ja biokaasulaitossa tuotettu metaanikaasumäärä vuosina 2015–2016 ja ennuste vuosille 2017–2030.

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kaasuntuotanto jakautuu kolmeen eri osaan. Kaatopaikkakaasua kerätään jätteenkäsittelykeskuksen vanhalta ja uudelta kaatopaikalta. Biokaasua tuotetaan biokaasulaitokselta.

Taulukko 1. Kaatopaikoilta ja biokaasulaitokselta kerätty metaanikaasumäärä vuosina 2010–2016 ja ennuste vuosille 2017–2030.

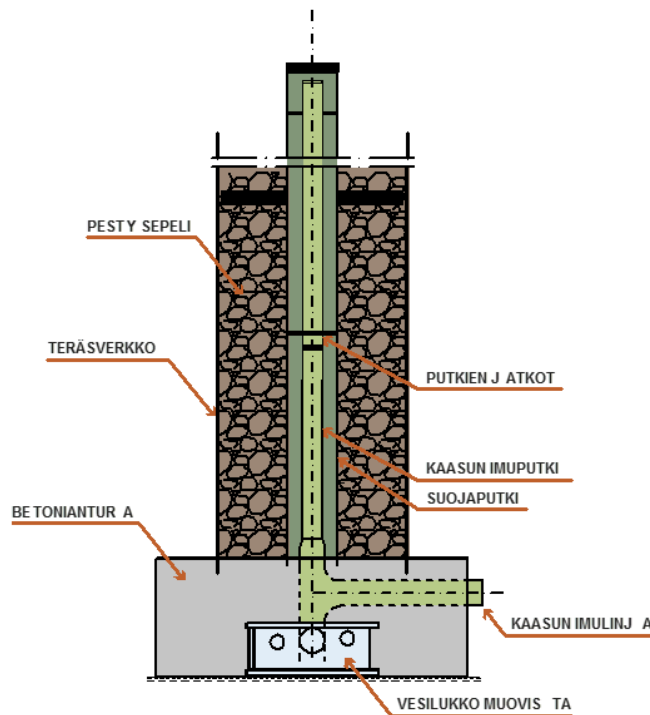
Vuosi	Kaatopaikka, kerätty metaanimäärä, Nm ³	Biokaasulaitos, tuotettu metaanimäärä, Nm ³
2010	37 024 770	
2011	34 176 556	
2012	27 681 600	
2013	24 116 280	
2014	21 391 920	
2015	20 288 160	1 645 974
2016	18 993 654	2 400 024
2017	16 978 366	2 396 850
2018	14 851 835	2 420 819
2019	13 068 985	2 445 027
2020	11 313 189	2 469 477
2021	9 959 414	2 494 172
2022	8 637 700	2 519 113
2023	7 500 561	2 544 305
2024	6 521 012	2 569 747
2025	5 676 163	2 595 445
2026	4 946 582	2 621 399
2027	4 315 752	2 647 614
2028	3 769 628	2 674 089
2029	3 296 247	2 674 090
2030	2 885 413	2 674 091

Vanhalla kaatopaikalta kaatopaikkakaasua kerätään 250 kaasukaivosta. Pystykaivoja on kaatopaikalla noin 50 metrin välein. Kaasukaivoista kaasu imetään alipainejärjestelmällä kaasunsäätöasemien kompressoreilla. Kaasun säätöasemia vanhalla kaatopaikalla on seitsemän kappaletta. Kuvassa 3 on esitetty Ämmässuon kaatopaikan havainnekuva. Kaatopaikkakaasun imuputkistoa vanhalla kaatopaikalla on noin 30 kilometrin verran. Kaasunsäätöasemilla kaasu kerätään putkistosta yhteen putkeen, josta kaasu virtaa kaasupumppaamoille. Kaasupumppaamoja vanhalla kaatopaikalla on neljä kappaletta. Kaasupumppaamoilta kaasu virtaa hyödynnettäväksi kaasuvoimalaitokselle (CHP1). Kaatopaikalle on myös rakennettu kierrätysvesijärjestelmä kaasuntuotannon parantamiseksi ja ylläpitämiseksi.



Kuva 3. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen suljetun kaatopaikan periaatekuva [12].

Uudelta kaatopaikka-alueelta eli bioreaktorikaatopaikalta kerätään kaatopaikkakaasua 72 kaivosta. Kaivoista kaasu imetään alipaineella. Kaivojen alipaineetta säädetään yhdeksältä eri säätöasemalta. Säätöasemilta kaasu imetään alipaineisena kaasupumppaamoille, minkä jälkeen kaasun painetta nostetaan kompressorin avulla. Pumppaamoilta kaasu virtaa hyödynnettäväksi kaasuvoimalaitokselle CHP1. Kaatopaikka on myös varustettu kierrätysvesijärjestelmällä kaasun tuotannon parantamiseksi. Kuvassa 4 on esitetty uuden kaatopaikan kaasukaivon periaatekuva.



Kuva 4. Uuden kaatopaikan kaasukaivon periaatekuva [13].

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa biojätteen käsittely on jaettu kahteen eri prosessiin. Prosesseissa biojätettä mädätetään tai kompostoidaan. Biokaasulaitokselta biokaasu tuotetaan osavirtamädättämällä. Prosessissa osa biojätteestä mädätetään ja osa kompostoidaan. Biokaasulaitos valmistui vuonna 2015. Mädätysprosessiin syötetään biojätettä automaattisesti ympärivuorokauden. Vuonna 2016 biokaasulaitoksen mädätysprosessissa käsiteltiin 24 491 tonnia biojätettä.

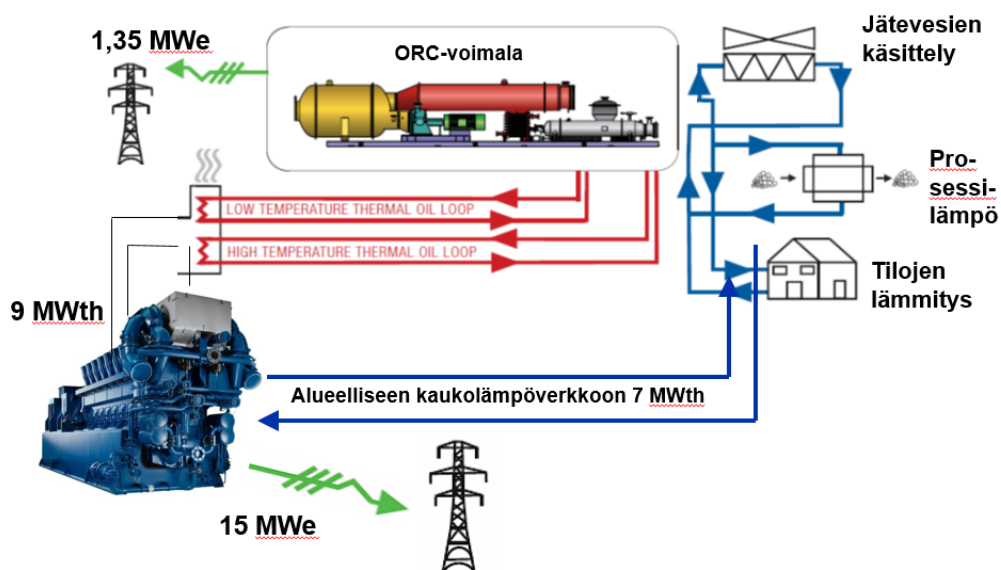
Biokaasulaitoksessa on kaksi reaktoria, jossa anaerobiset mikrobit muodostavat biojätteestä biokaasua kolmen viikon kierron aikana. Laitokselta biokaasu pumpataan biokaasupumppaamolle, jossa biokaasu kuivataan ja puhdistetaan aktiivihiehillä. Puhdistuksen jälkeen biokaasun paine korotetaan, minkä jälkeen biokaasu siirretään biokaasuvoimalaitokselle tai kaasuvoimalaitokselle kaasumoottorien polttoaineeksi. Kaasumoottoireilla biokaasusta tuotetaan lämpöä ja sähköä. Biokaasulaitoksen arvioitu kaasuntuotanto on 170 m³ biojätetonnilta. Biokaasun energiasisältö on 5,8 kWh/m³. [14, s. 18, 15].

4 Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen lämmön- ja sähköntuotanto

4.1 Kaasuvoimalaitos CHP1

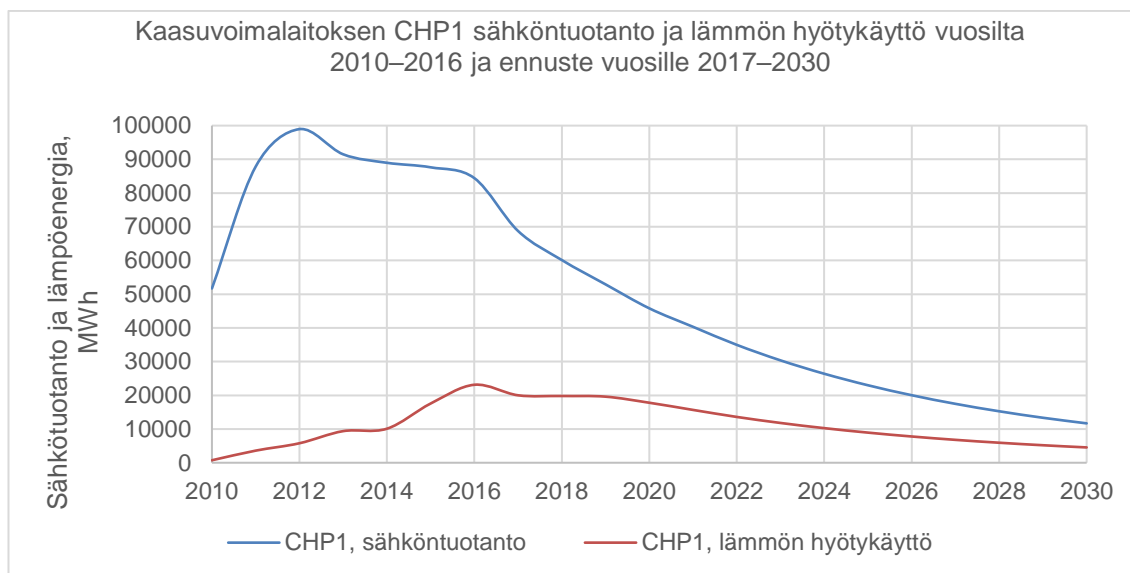
Vuonna 2010 Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa toimintaa tehostettiin uudella kaasuvoimalaitoksella. Kaasuvoimalan polttoaine, kaatopaikkakaasu kerätään vanhalta ja uudelta kaatopaikalta. Kaasu puhdistetaan ennen kaasumootoreita poistamalla kaasusta rikkivety- ja siloksaaniyhdisteitä. Samalla kaasua lämmitetään ja jäähdytetään, jotta moottoreille virtaava kaasu olisi mahdollisimman kuivaa. Kaasumootorien tehoa säädetään kaasusäätöpeltien avulla. Kaasumoottorissa kaasu poltetaan, jolloin generaattorien pyöriessä tuotetaan sähköä. Kaasumoottoria pitää jäähdyttää moottorin hätäjäähdytyspiirillä tai lämpö siirtää aluelämpöverkkoon, jossa lämpöä voidaan hyödyntää aluelämpöpiirin käyttökohteissa. Kaasuvoimalaitoksen hätäjäähdyttimissä lämpö puhalletaan ilmaan, jolloin aluelämpöverkon virtaava neste jäähtyy. Moottoreissa on myös oma lämmityspiiri, jolla tuloilma lämmitetään noin 20-asteiseksi. Kuvassa 5 on esitetty kaasuvoimalaitoksen päätoimintaperiaate.

Vuonna 2011 kaasuvoimalaitoksen yhteyteen rakennettiin ORC-prosessi (Organic Rankine Cycle), jonka avulla kaasumootoreiden pakokaasuista tuotetaan lisäsähköä. Savukaasujen lämpö siirretään pakokaasulämmönvaihtimissa kuumaöljyyn, joka pumpataan ORC-järjestelmän höyrystimelle. ORC:n höyrystimellä kiertävä väliaine höyrystyy ja pyörittää piirissä olevaa turbiinia, tuottaen sähköä.



Kuva 5. Kaasuvoimalaitoksen toiminnan periaatekuva [16].

Kaasuvoimalaitoksen rakentamisen jälkeen Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksesta tuli omavarainen sähkön ja lämmön osalta. Voimalaitos käsittää neljä moottoria ja ORC-laitteiston. Alueella hyödyntämättä jäävä sähkö myydään valtakunnan verkkoon Vantaan Energia Oy:lle. Kuvassa 6 on esitetty kaasuvoimalaitoksen sähköntuotanto ja lämmön hyötykäyttö vuosilta 2010–2016 sekä ennusteet vuosille 2017–2030.



Kuva 6. Kaasuvoimalaitoksen sähköntuotanto ja lämmön hyödyntäminen vuosina 2010–2016 sekä ennuste vuosille 2017–2030. Kaaviossa on huomioitu kaasuvoimalaitoksen tuotannon käyttöaste 95 %.

4.1.1 Kaasuvoimalaitos CHP1 sähköntuotanto

Kaasuvoimalaitoksen käytön päätarkoitus on luoda kaatopaikkakaasusta sähköä. Moottoreiden palamisprosessissa syntyy lämpöä, joka on jäähdytettävä, jotta moottorit pystyvät toimimaan normaalisti. Yhden kaasumoottorin sähkögeneraattorin nimellisteho on 3,8 MW ja neljän kaasumoottorin generaattoreiden yhteisteho on maksimissaan noin 15 MW. Kaasumoottorin hyötysuhde on 81,2 %, jossa on huomioitu pakokaasun ja moottorin jäähdytyksen sisältämät lämmöt. ORC-prosessin sähköteho on maksimissaan noin 1,3 MW.

Kaasuvoimalaitoksen sähköntuotannon hyötysuhde on noin 44 %. Kaasuvoimalassa on huoltoseisakkeja vuosittain sekä muuta huolto- ja kunnossapitoa, jonka takia kaasuvoi-

malaitoksen käytettävyys on 95 % vuositasolla. Taulukossa 2 on esitetty kaasuvoimalaitoksen ja biokaasuvoimalan sähköntuotanto ja lämmön hyötykäyttö taulukkomuodossa vuosilta 2010–2016 sekä ennusteet vuosille 2017–2030.

Taulukko 2. Kaasu- ja biokaasuvoimalaitoksen sähköntuotanto ja lämmön hyödyntäminen vuosina 2010–2016 ja ennuste vuosille 2017–2030.

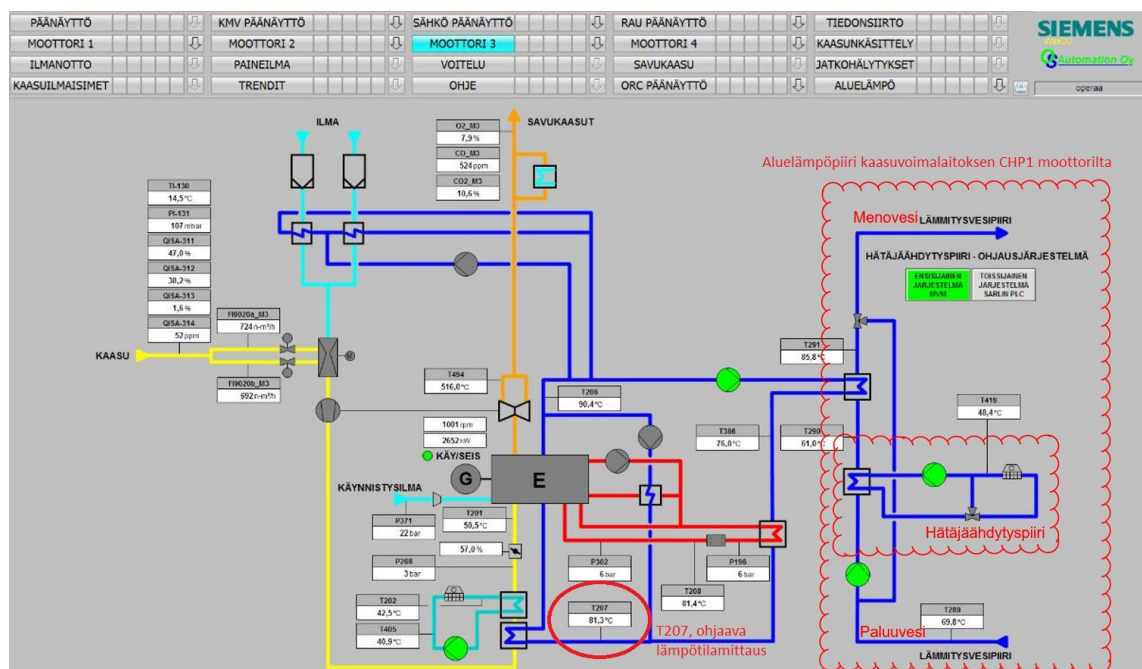
Vuosi	CHP1 sähköntuotanto, MWh	CHP1 lämmön hyötykäyttö, MWh	CHP1 hätäjäähdytys, MWh	CHP1 lämmön hyötysuhde, %	CHP2 sähköntuotanto max., MWh	CHP2 lämmön hyötykäyttö max., MWh
2010	51 700	731	60 582	1 %	0	0
2011	87 845	3 587	53 009	7 %	0	0
2012	98 950	5 776	40 065	14 %	0	0
2013	91 489	9 374	30 563	31 %	0	0
2014	88 976	10 087	25 338	28 %	0	0
2015	87 632	17 554	17 824	52 %	0	0
2016	84 419	23 130	8 323	74 %	0	0
2017	68 728	20 000	8 116	71 %	9 959	8 815
2018	60 120	19 800	4 795	81 %	10 058	8 903
2019	52 903	19 602	2 040	91 %	10 159	8 992
2020	45 796	17 798	0	95 %	10 260	9 082
2021	40 316	15 668	0	95 %	10 363	9 173
2022	34 965	13 589	0	95 %	10 467	9 265
2023	30 362	11 800	0	95 %	10 571	9 357
2024	26 397	10 259	0	95 %	10 677	9 451
2025	22 977	8 930	0	95 %	10 784	9 546
2026	20 024	7 782	0	95 %	10 892	9 641
2027	17 470	6 790	0	95 %	11 001	9 737
2028	15 259	5 930	0	95 %	11 111	9 835
2029	13 343	5 186	0	95 %	11 111	9 835
2030	11 680	4 539	0	95 %	11 111	9 835

4.1.2 Kaasuvoimalaitoksen CHP1 aluelämmön tuotanto ja hyötykäyttö

Kaasuvoimalaitoksessa on aluelämmitysjärjestelmän lisävesi-, paineentasaus- ja paineenpitojärjestelmä. Voimalaitoksen eri moottoreille menevän jäähdytysveden lämpötilaa ohjaa lämpötilamittaus T207. Kaasumoottoreiden jäähdytyspiirissä virtaava vesi-glykoliseos on vahvuudeltaan noin 30 %:n glykolia. Tämä seos luovuttaa lämmön

aluelämpöpiiriin. Aluelämmön menovesi virtaa rakennusten lämmönvaihtimien ensiöpiireihin, joista lämmönluovutus tapahtuu. Lämmönvaihtimen toisiopiiristä lämpö virtaa rakennusten käyttö-piireihin. Tämän jälkeen menovesi muuttuu paluuvodeksi. Kaasumoottorien automaatio säättää aluelämpöjärjestelmää tai hätäjähdytyspiiriin menoveden lämpötilan moottorin kannalta sopivaksi.

Kun lämpö on luovutettu rakennuksiin lämmönvaihtimien ensiöpiiristä, lämmönluovutuksesta tuleva vesi viilenee ja muuttuu paluuvodeksi aluelämpöverkossa. Paluuvesi palaa aluelämpöpiiristä paluuvetenä kaasuvoimalaitokselle uudelleen lämmitettäväksi. Kun paluuvesi ei ole oikean lämpöistä kaasumoottoreille, käynnistyy hätäjähdytyspiiri, joka viilentää paluuveden sopivaksi moottoreille. Jos paluuvesi on liian kylmää, kiertopiiri aktivoituu ja lämmittää paluuveden sopivaksi moottoreille. Kuvassa 7 on esitetty kaasuvoimalaitoksen aluelämpöpiirin prosessikuva.



Kuva 7. Kaasuvoimalaitoksen yhden kaasumoottorin sähkön-, aluelämmön- ja hätäjähdytyspiirin kuvaus.

Kaasumoottoreiden jäähdytysjärjestelmän kautta siirtyvän lämpötehon määrä on yhdellä kaasumoottorilla 1,7 MW, mikä vastaa neljällä kaasumoottorilla 6,8 MW:n tehoa. Aluelämmitysjärjestelmä on mitoitettu teholtaan 8,5 MW:lle, johon on laskennallisesti laskettu alueen nykyiset ja tulevat lämmityskohteet. Lämmityskohteiden laskennalliset arvot

ovat esitetty taulukossa 3. Kaasumootoreilta lähtevä veden lämpötila on mitoitettu suunnitteluvaiheessa 87-asteiseksi ja paluuveden lämpötila 50 asteeseen. Moottoreille tulevan jäähdytysvesivirtaaman tulisi olla vakio.

Aluelämmitysjärjestelmän kiertoveden virtausta säädetään kahdella, pyörimisnopeudella säädetyillä pumpuilla, jotka ovat kytketty rinnan. Pumppujen mitoitusvirtaama on suunniteltu virtaamille 60 l/s, mutta Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämpövirtaamat ovat 20–44 l/s, riippuen vallitsevista sääoloista ja prosessien kulutuksesta.

Taulukko 3. Vuonna 2009 tehdyn selvityksen mukaiset lämmityskohteiden tehontarpeet Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa.

Lämmityskohde	Teho MW
Kierrätysvesiasema	3,9
Kompostointilaitos	0,8
Vanha kompostointilaitos	0,5
Toimistorakennus 2	0,36
Toimistorakennus 1 ja sortti asema	0,25
Huoltotunneli, vaihde 1	1,2
Huoltotunneli, vaihde 2-3	1,5
Yhteensä	8,51

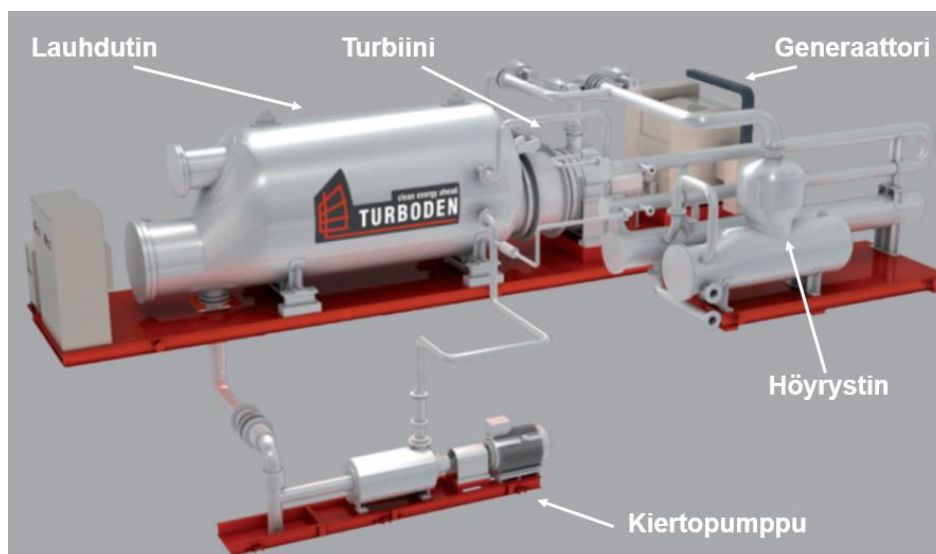
4.1.3 Kaasuvoimalaitoksen ORC-prosessi

Kaasuvoimalaitoksen ORC-prosessi (Organic Rankine Cycle) valmistui kaasuvoimalaitoksen toisessa vaiheessa vuonna 2011. ORC-prosessi hyödyntää kaasuvoimalaitoksen moottoreiden savukaasulämpöä, josta tuotetaan maksimissaan sähköä 1,3 MW teholla.

Kaasuvoimalaitoksen moottorien savukaasut virtaavat pois moottoreilta, jonka jälkeen savukaasut lämmittävät pakokaasulämmönvaihtimien toisiopiirin kuumaöljyä. Kuumaöljy esilämmitetään ensimmäisessä lämmönvaihtimessa noin 170-asteiseksi, jonka jälkeen kuumaöljy lämmitetään toisessa lämmönvaihtimessa noin 230-asteiseksi. Lämmön luovutuksen jälkeen savukaasut ovat viilentyneet ja poistuvat kaasuvoimalaitokselta savupiippujen kautta.

ORC-prosessissa savukaasun lämmittävä kuumaöljy luovuttaa lämmön lämmönvaihtimen toisiopiiriin OCR-prosessiin. Kuumaöljy palaa kiertoon noin 140-asteisena. ORC-prosessin väliaine on silikoniöljy, eli heksametyylidisiloksaani. Silikoniöljy höyrystyy

ORC-prosessin höyrystimessä ja pyörittää ORC:n turbiinia, joka taas pyörittää generaattoria luoden sähköä. Turbiinin jälkeen höyry pumpataan lauhduttimen kautta takaisin kiertoon, jossa höyry lauhtuu nesteeksi. Kaasuvoimalaitoksen ORC-prosessissa käytettävää lämpöä ei hyödynnetä Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämpöverkossa, koska ORC-prosessin paluuveden lämpötila on noin 30 astetta, joten sitä ei voi hyödyntää aluelämpöverkon tarpeisiin. Kuvassa 8 on esitetty kaasuvoimalaitoksen ORC-prosessin periaatekuva.

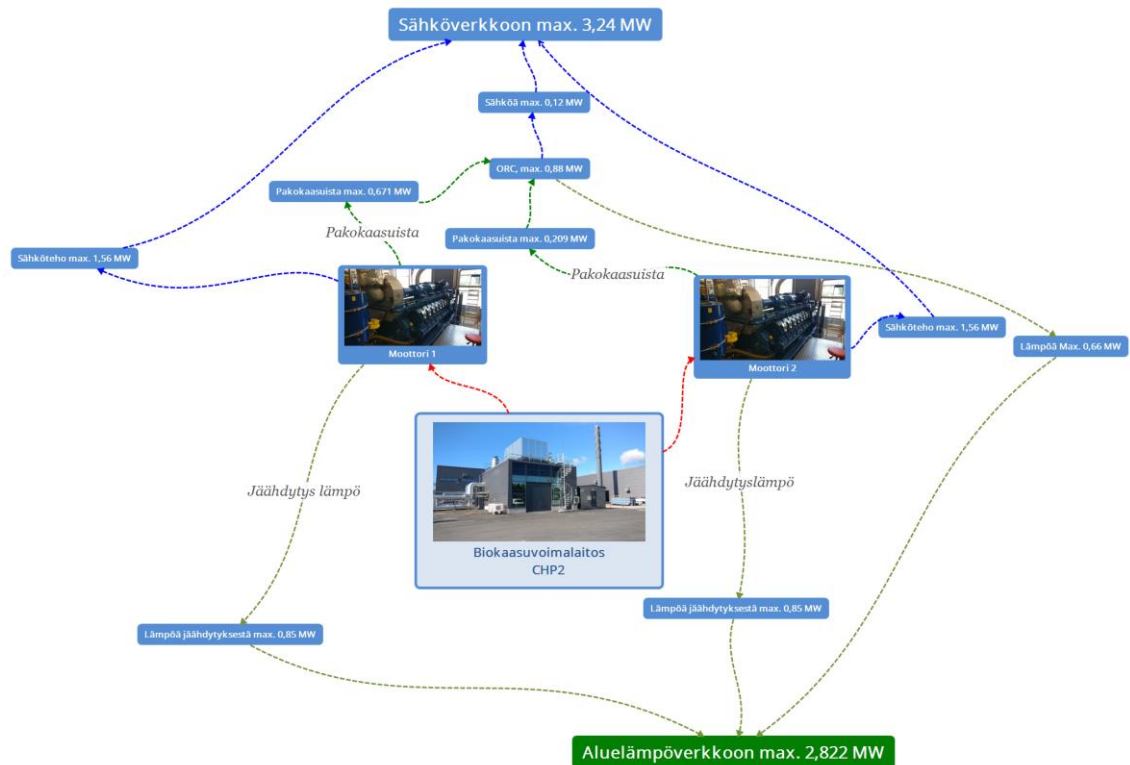


Kuva 8. Kaasuvoimalaitoksen (CHP1) ORC:n periaatekuva [17].

4.2 Biokaasuvoimalaitos CHP2

Biokaasuvoimalaitoksen koekäytöt aloitettiin vuoden 2016 lopulla, ja biokaasuvoimalaitos aloitti täysimääräisen toimintansa vuonna 2017. Biokaasuvoimalaitos toimii samalla periaatteella kuin kaasuvoimalaitos CHP1, mutta saa polttoaineensa biokaasulaitoksen mädätysprosessista, joka tuottaa biokaasua. Biokaasuvoimalaitoksen käynnistyksen jälkeen biokaasuvoimala toimii Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön peruspumppauslaitoksena, eli voimalaitoksena, joka tuottaa ensisijaisesti aluelämmön jätteenkäsittelykeskukseen. Kaasuvoimalaitos CHP1 toimii aluelämmityksen varalaitoksena, kun biokaasuvoimalaitos on huoltotilassa tai kun biokaasulaitos ei pysty tuottamaan aluelämpöverkkoon tarpeeksi lämpöä.

Biokaasuvoimalaitoksessa on kaksi biokaasumoottoria, ORC-laitteisto ja kolme pakokaasukattilaa eli pakokaasulämmönsiirrintä. Yhden biokaasumoottorin teoreettinen sähköteho on noin 1,56 MW ja lämmitysteho noin 0,85 MW. ORC-prosessin teoreettinen sähköteho on noin 0,12 MW ja lämpöteho 0,66 MW. Biokaasuvoimalaitoksen nimellinen lämmöntuotto aluelämpöjärjestelmään on 2,8 MW. Moottoreiden kokonaishyötysuhde on 84 %. [18] Kuvassa 9 on esitetty biokaasuvoimalaitoksen toiminnan kuvaus mind map -muodossa.

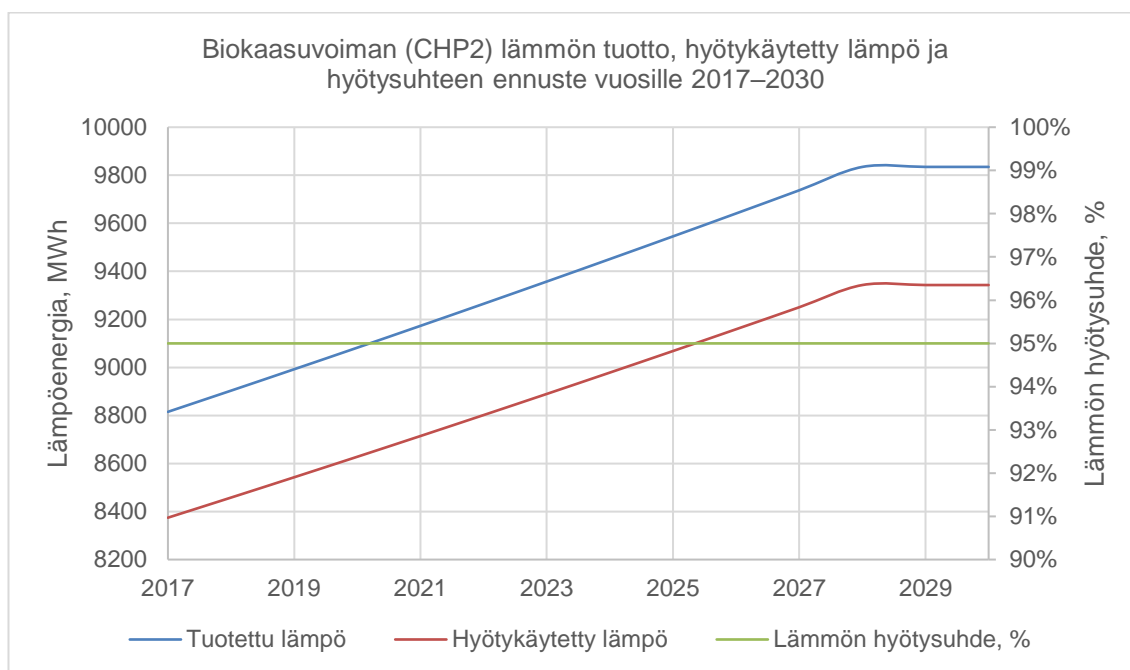


Kuva 9. Biokaasuvoimalaitoksen toiminnankuvaus laskennallisista maksimituotoista mind map -muodossa.

Biokaasuvoimalaitos rakennettiin, jotta biokaasulaitoksen tuottamasta kaasusta saataisiin syöttötariffin myötä korkeampi sähkön myyntihinta. Uuden biokaasuvoimalaitoksen tuotannosta vähennetään laitoksen oma käyttösähkönkulutus, jäljelle jäävästä sähköstä maksetaan tariffin alainen hinta. Myydylle sähkölle taataan minimiostohinta 83,5 €/MWh, josta vähennetään sähkön markkinahinnan kolmen kuukauden keskiarvo. Jos biokaasuvoimalaitoksen tuotettua lämpöä pystytään hyödyntämään ja laitoksen kokonaishyötysuhde on vähintään 75 %, maksetaan lisäksi ns. lämpöpremio 50 €/MWh, eli 83,5 € + 50 € = 133,5 €/MWh. [19]

Biojätteen käsittelystä on tehty energiataselaskelma vuonna 2016, jonka mukaan biokaasuvoimalaitos (CHP2) on mitoitettu. Laskelman mukaan laitospäinen biojätteen käsittely tarvitsee talviaikaan noin 2,2 MW:n jatkuva lämpöteho, joka vastaa biokaasuvoimalaitoksen lämmöntuotannosta 101 %:a. Tällöin biokaasuvoimalaitoksen (CHP2) tuottama lämmitysteho käytettäisiin kokonaan biojätteen käsittelyn tarpeisiin ja osa lämmitystarpeista jouduttaisiin ottamaan kaasuvoimalaitoksen (CHP1) lämmöntuotannosta.

On arvioitu, että kesäkaudella, kun lämmitystarve on vähäistä, biojätteenkäsittely tarvitsee noin 1,2 MW:n jatkuvan lämmitystehon. Biokaasuvoimalaitoksen (CHP2) energiataselaskelmien mukaan biokaasuvoimalaitoksen lämmöntuotannosta kesäisin 54 % käytetään suoraan biojätteen käsittelyn, kompostointilaitoksien ja mädättämön prosessien tarpeisiin. Loput 46 % lämmöntuotannosta käytetään muihin Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen toimintojen tarpeisiin. Kuvassa 10 on esitetty biokaasuvoimalaitoksen CHP2 aluelämmön tuotto ja hyötykäytetyn lämmön ennuste.



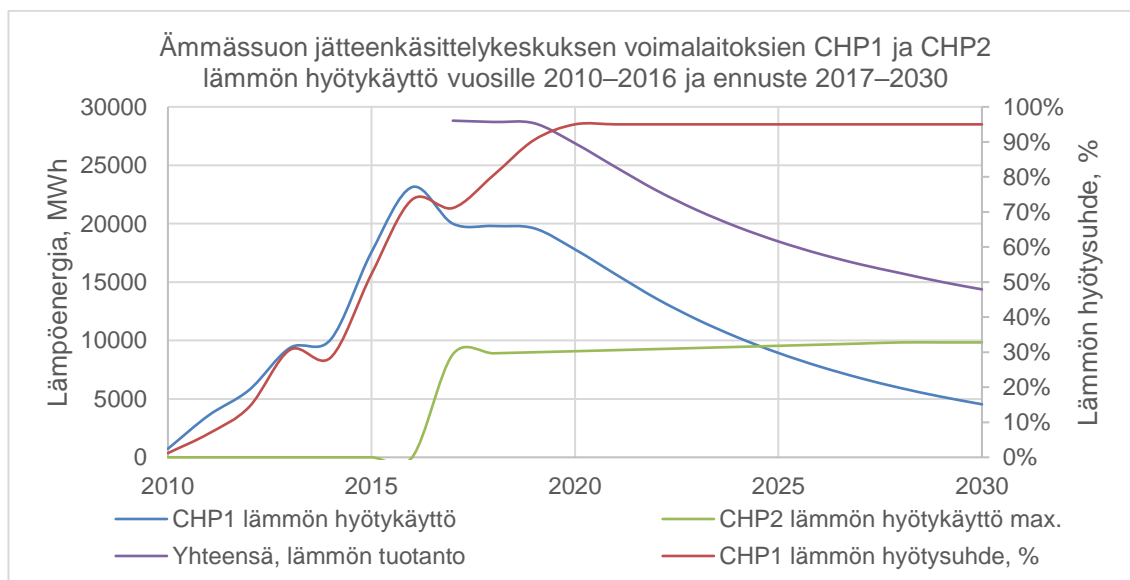
Kuva 10. Biokaasuvoimalan aluelämmön tuotto, hyötykäytetyn lämmön osuus ja hyötysuhdearvio vuosille 2017–2030.

Biokaasuvoimalaitos pumppaa aluelämpöverkkoon lämpöä virtaaman perusteella. Biokaasumoottoreiden ja ORC-laitteiston pumput ohjaavat veden aluelämpöverkkoon. Biokaasumoottorit on varusteltu kolmitieventtiileillä, joilla säädetään aluelämpöverkoston paluuvesi moottoreille sopivaksi.

5 Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämpöverkko

Ennen voimalaitoksien rakentamista kaikki Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen rakennukset ja prosessit lämmitettiin sähköllä tai öljyllä riippuen rakennusten koosta. Aluelämpöverkon rakentamisen yksi perusteista oli, että Ämmässuolle tulee oma voimalaitos, joka kattaa alueen sähkön ja lämmöntarpeet, jotta alueella voidaan luopua sähkö- ja öljylämmityksestä. Aluelämpöverkosta syötettävän veden lämpötila on noin 75–90 °C ja verkosta palaavan lämpötila 45–65 °C.

Aluelämmitysverkko on kehittynyt vuosien varrella Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kattavaksi aluelämpöverkoksi. Aluelämpöverkko otettiin käyttöön vuonna 2010, kun kaasuvoimalaitos aloitti toimintansa. Ensimmäisenä kohteena aluelämpöverkkoon liitettiin vesiasema. Vuonna 2011 liitettiin aluelämpöverkkoon kanaali sekä tunneli ja vuonna 2012 kompostointilaitokset. Vuonna 2013 toimistorakennukset 1 ja 2 liitettiin aluelämpöverkkoon, jolloin kaikki Ämmässuon alueen suuret rakennukset oli liitetty aluelämpöverkkoon. Uudet rakennukset, kuten huoltotunneli 2-vaihe, biokaasulaitos ja biokaasuvoimalaitos liitettiin rakennusvaiheessa Ämmässuon aluelämpöverkkoon. Aluelämpöverkon suurin lämmön hyötykäyttö on talviaikaan, jolloin rakennukset ja alueen eri prosessit tarvitsevat eniten lämpöä. Kuvassa 11 on esitetty Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön kulutusta vuosilta 2010–2016 ja ennuste vuosille 2017–2030.



Kuva 11. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen lämmön hyötykäyttö ja hyödynnetyn lämmön hyötysuhde vuosina 2010–2016 ja ennuste vuosille 2017–2030.

5.1 Aluelämmön energiamittaukset

5.1.1 Kamstrupp -energiamittaukset

Kamstruppin eri energiamittauslaitteita käytetään Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa. Mittalaitteista Multical 601 ja 602 soveltuvat mittaamaan käyttökohteiden lämmitysenergian kulutusta ja 801 aina suurien laitosten lämmön tuotantoa tai luovutusta. Mittaukset mittaavat aluelämmön energiaa kaksijohdinlämpötilanatureilla meno- ja paluuveden lämpötilaa ja virtaamaa yhdellä putki-ultraäänivirtausanturilla. [20; 21.] Kaikki Kamstruppin aluelämmön energiamittaukset on varustettu M-bus-moduuleilla, jolla energiamittaukset etäluetaan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa. M-bus on kenttäväyläratkaisu, eli tiedonsiirtoprotokolla. [22, s. 22.] Taulukossa 4 on esitetty Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön energiamittaukset.

Taulukko 4. Ämmässuon aluelämmityksen energiamittaukset.

Kohde	Positio	Mittari
Kaasuvoimalaitos (CHP1) - Aluelämpöverkko	QI-2016	Kamstrup Multical 801
Kaasuvoimalaitos (CHP1) - Talotekniikka	QI-2020	Kamstrup Multical 601
Lipeäsäiliö ja rikkivedynpoistoasemapoistolaitos	QI-2024	Kamstrup Multical 602
Kanaali (HT) ja tunneli (HT)	QI-2025	Endress + Hauser EngyCAL RH33
Vesiasema (KVP) - Talotekniikka	QI-2026	Kamstrup Multical 602
Pilaantuneiden maiden halli (PIMA)	QI-2027	Endress + Hauser EngyCAL RH33
Uusi kompostointilaitos (KO2) - Talotekniikka	QI-2028	Kamstrup Multical 601
Kompostointilaitos (KO1) - Talo- ja prosessitekniikka	QI-2029	Kamstrup Multical 602
Toimistot (TSTO1-2 & Sortti)	QI-2030	Kamstrup Multical 602
Biokaasulaitos (MD1)	QI-2031	PolluTherm PT500
uusi Kompostointilaitos (KO2) - Prosessitekniikka	QI-2032	Kamstrup Multical 601
Biokaasuvoimalaitos (CHP2) - Hygienisointi	QI-2033	Kamstrup Multical 601
Biokaasuvoimalaitos (CHP2) - Aluelämpöverkko	QI-2035	Kamstrup Multical 601
Kaasuvoimalaitos (CHP1) - Kaasumoottorit	QI-2036	Kamstrup Multical 801
Tunneli (HT) – Talotekniikka	QI-2037	Kamstrup Multical 601
Vesiasema (KVP) - Prosessitekniikka	QI-2049	Kamstrup Multical 801

5.1.2 Endress + Hauser -energiamittaukset

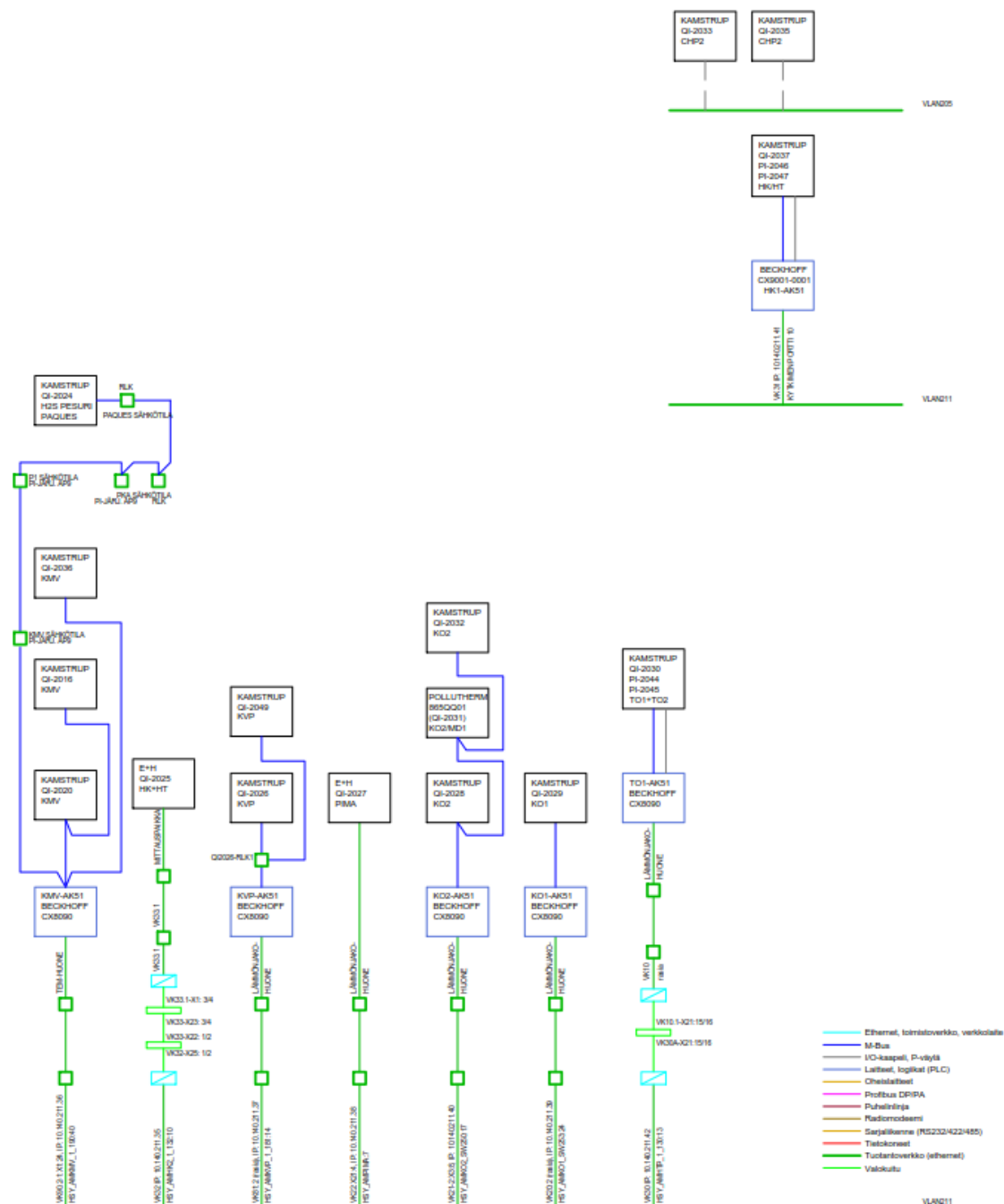
Endress + Hauser -mittaukset on asennettu aluelämpöverkon kohteisiin jälkikäteen, minkä vuoksi mittausanturit on asennettu putkien ulkopinnalle. Mittaustekniikkana käytetään ultraäänitekniikkaa. [23] Virtausmittaus- ja lämpötila-anturit ovat kytketty energiamittausyksikköön, jossa on Modbus-moduuli välittää tiedon automaatioon.

Virtausmittaus ja lämpötila-anturit on kytketty E+H:n EngyCAL RH33 -energiamittausyksikköön, jossa on Modbus-moduuli, jolla energiamittaus etäluetaan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa.

5.1.3 Sensus Metering Systems PolluTherm Pt500 -energiamittari

PolluTherm Pt500 -mittauksen virtaamaa mitataan yhdellä putki-ultraäänivirtausanturilla ja lämpötilaa kahdella lämpötila-anturilla. Lämpöäärälaskin sisältää osat: virtausmittari,

PolluTherm-laskinyksikkö ja lämpötila-anturit. PolluTherm on varustettu M-bus-moduulilla. [24]. Kuvassa 12 on esitetty Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön energiamittaukset eri kohteissa.



ALUELÄMPÖ ENERGIAMITTAUKSET

7.11.2016

Kuva 12. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön energiamittaukset keskuksen kohteissa vuonna 2016 [25].

6 Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön hyötykäyttö

Aluelämpöverkon lämmön hyödyntäminen on ollut hyvin vähäistä Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa. Suurin osa lämmöstä on johdettu voimalaitoksien moottorien hätäjäähdytyspiireihin. Hätäjäähdytyspiireille pidetään kaasumoottoreiden öljyn lämpötila sopivana.

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön hyödyntämistä selvitettiin vuosina 2010–2016, kuukausitasolla 2014–2016 ja päiväkulutustasolla 1.10.2015–30.6.2017. Selvityksenä saatiin selville jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön energiankulutus sekä huipputehot. Tulosten perusteella voidaan tarkastella kaasuvoimalaitoksen ja bio-kaasulaitoksen energian ja tehon riittävyyttä.

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen vuosittainen energiantarve lämmön suhteen on noin 18 000 MWh, joten biojätteen käsittelyn energiantarve on arviolta noin 4 300 MWh vuodessa. Biojätteen käsittelyn vuositarve on alueen lämmöstä noin 22 %. Ylijäämä lämpö ajetaan tarpeen mukaan joko biokaasu- tai kaasuvoimalaitoksen hätäjäähdyttimille.

6.1 Aluelämmön hyötykäyttö vuosina 2010–2013

Vuosina 2010–2013 aluelämpöverkko rakennettiin ja Ämmässuon eri rakennuksia lisättiin hiljalleen aluelämpöverkkoon. Taulukossa 5 on esitetty toteutunut lämmön hyötykäyttö, hätäjäähdytyksen tarve ja lämmön hyötykäytön suhde vuosina 2010–2016.

Taulukko 5. Kaasuvoimalaitoksen toteutuneet lämmön hyötykäyttö, voimalaitoksen hätäjähdytyksen tarve ja hyötykäytön suhde vuosina 2010–2016.

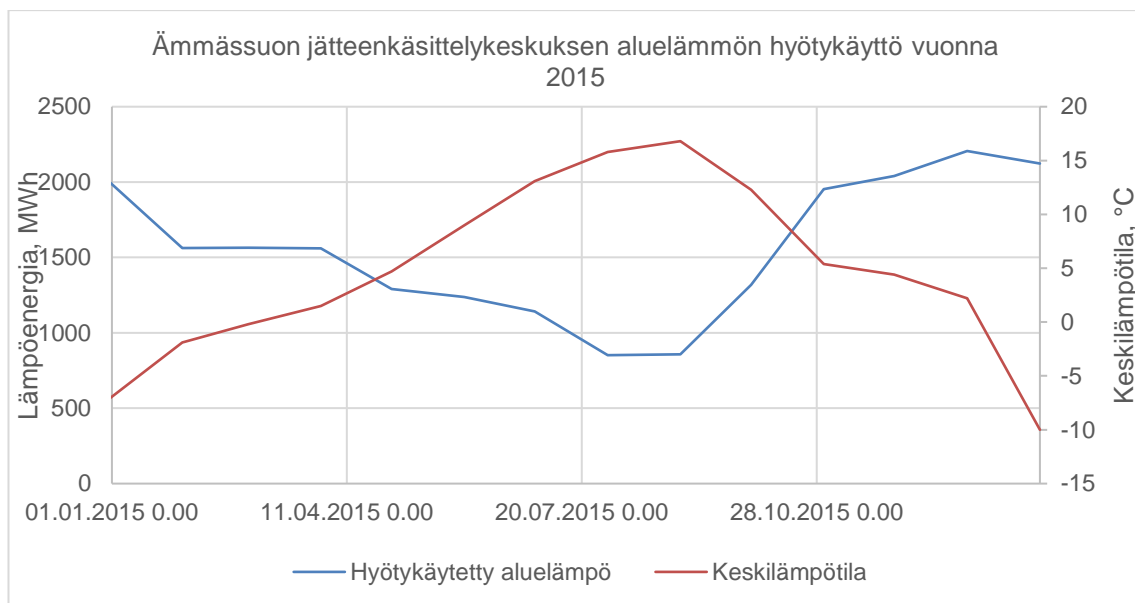
Vuosi	CHP1, toteutunut hyötykäyttö, MWh	CHP1, hätäjähdytys, MWh	CHP1, yhteensä, MWh	CHP1, lämmön hyötysuhde, %
2010	731	60582	61313	1 %
2011	3587	53009	56596	7 %
2012	5776	40065	45841	14 %
2013	9374	30563	39937	31 %
2014	10087	25338	35425	28,5 %
2015	17554	17824	35378	49,6 %
2016	23130	8323	31453	73,5 %

6.2 Aluelämmön hyötykäyttö vuonna 2014

Vuonna 2014 kaasuvoimalaitos tuotti kokonaisuudessaan 35 425 MWh lämpöä. Tuotetusta lämpö määrästä hyötykäytettiin Ämmäsuon jätteenkäsittelykeskuksessa 10 087 MWh ja voimalaitoksen hätäjähdyttimillä hukattiin lämpöä 25 338 MWh. Lämmön hyötysuhde vuonna 2014 oli 28 % kokonaismäärästä.

6.3 Aluelämmön hyötykäyttö vuonna 2015

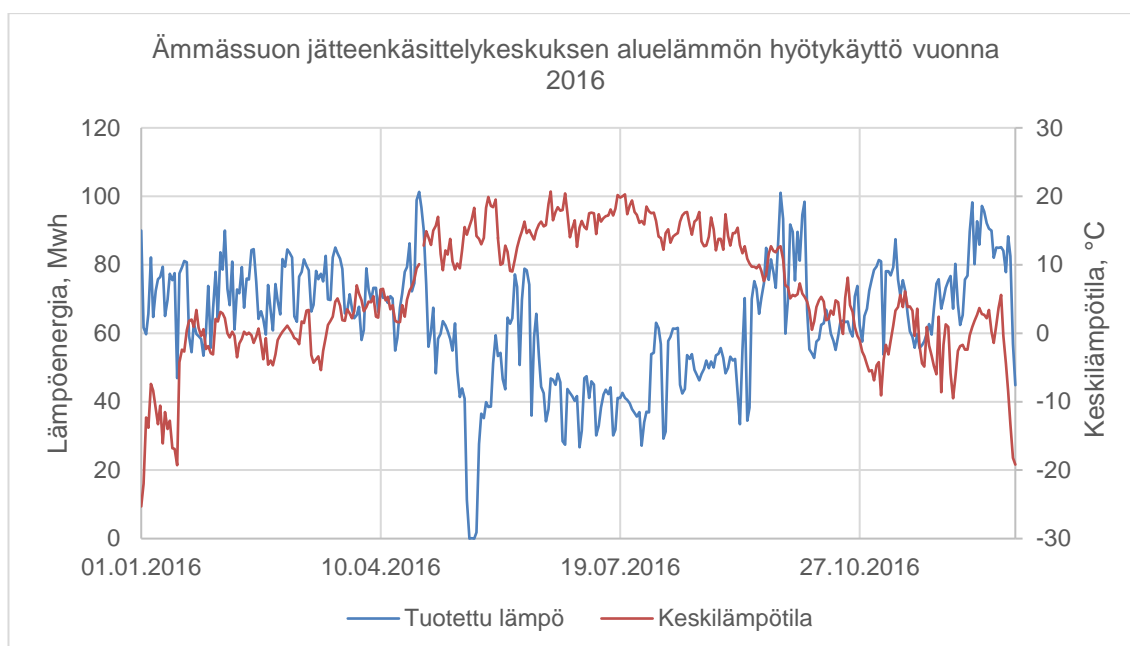
Vuonna 2015 kaasuvoimalaitos tuotti aluelämpöä 33 597 MWh, josta hyötykäytettiin aluelämpöä 17 554 MWh ja hätäjähdytyspiiriin meni 17 824 MWh. Keskimääräinen päiväkulutus oli 4,6 MWh ja päiväkulutuksen huippu oli 6,5 MWh. Tuntikeskiarvo oli 2 MWh. Aluelämpöä hyötykäytettiin kokonaistuotosta noin 50 %. Kuvassa 13 on esitetty vuoden 2015 lämmön hyötykäyttö.



Kuva 13. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön hyötykäyttö vuonna 2015.

6.4 Aluelämmön hyötykäyttö vuonna 2016

Vuonna 2016 aluelämmön kulutuksen selkeä nouseminen johtui siitä, että Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen vanhan kaatopaikan helman ja laen imeytys otettiin uudelleen käyttöön. Kaatopaikan imeytykseen käytettiin myös ensimmäistä kertaa vesiasemalla sijaitsevia lämmönvaihtimia, jolla nostettiin imeytysveden lämpötila noin 32 asteeseen. Lämpötilan nostolla pyritään tehostamaan vanhan kaatopaikan kaasuntuotantoa. Imeytyksessä käytössä olevien kahden lämmönvaihtimen teho on 3,2 MW. Kuvassa 14 on esitetty jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön hyötykäyttö vuodelta 2016.



Kuva 14. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämmön lämmön hyötykäyttö vuonna 2016.

7 Tulokset

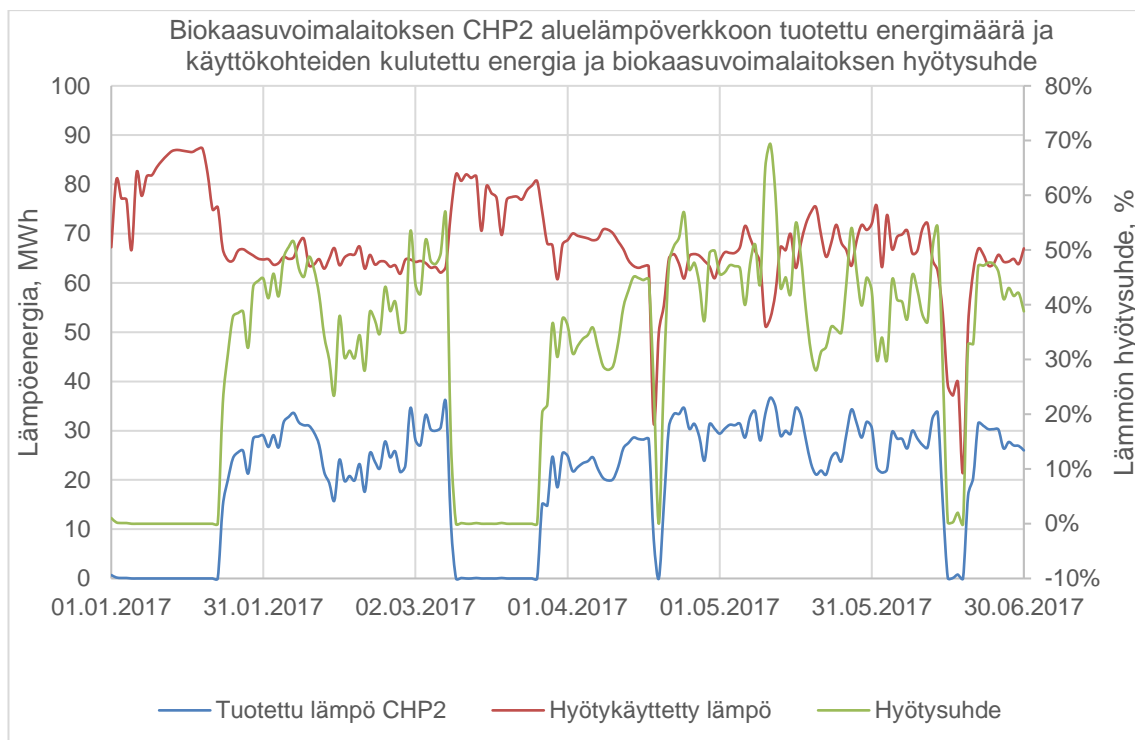
Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa olevien kaatopaikkojen kaasuntuotanto on alkanut ehtyä jo vuodesta 2010, minkä takia kaasuvoimalaitokselle (CHP1) kerätyn kaatopaikkakaasun tuotanto on vähentynyt. Tämä tarkoittaa sitä, että kaasuvoimalaitoksen moottorien tehoja on jouduttu laskemaan vähitellen ja moottoreita sammuttamaan, kun kaatopaikkakaasua ei ole tarjolla kaasumoottoreiden tarpeisiin.

Aiemmin kuvassa 6 on esitetty voimalaitoksen lämmön tuotannon ennuste. Vuoden 2015 jälkeen kaasuvoimalaitoksella on ollut samanaikaisesti käytössä kolme kaasumoottoria ja neljäs kaasumoottori on toiminut varamoottorina. Vuonna 2016 aikana kaasuvoimalaitos tuotti tuntitasolla enimmillään 4,2 MWh lämpöenergiaa, mikä vastaa päivätasolla 101 MWh:n energian tuotantoa aluelämpöverkkoon.

Vuonna 2017 alussa toimintansa aloittanut biokaasuvoimalaitos toimii peruslaitoksena Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämpöverkossa ja tuotti enimmillään 1,6 MWh:a tunnissa ja päivätasolla 36,7 MWh. Lukemista voi päätellä, että vuodelle 2017–2018 on saatavilla tuntitasolla enintään 4,6 MW:n teho, joka vastaa päivätasolla noin 110 MWh:n energiamäärää.

Biokaasuvoimalaitoksen CHP2 aluelämmön tuotanto on suunniteltu riittämään biojätteen käsittelyn tarpeisiin, mutta energialaskemissa ei ole huomioitu kesäkaudella kerättävän biojätteen keräysmäärien laskua, joka vaikuttaa biokaasulaitoksen mädätysprosessista tuotettavan kaasun tuotantoon. Kaasuntuotannon vähentyessä biokaasuvoimalaitos tuottaa vähemmän sähköä ja lämpöä. Vuoden 2017 aikana biokaasuvoimalaitoksen CHP2 tuottama aluelämpö on ollut vähäistä ja riittänyt vain osaan biokaasuvoimalaitoksen suunnitellusta sähkön- ja lämmöntuotannosta. Vuoden 2017 aikana on biokaasuvoimalaitoksen kahdesta biokaasumoottorista käynyt vain toinen biokaasumoottori, koska biokaasumäärät ovat olleet laskussa alkuvuoden aikana.

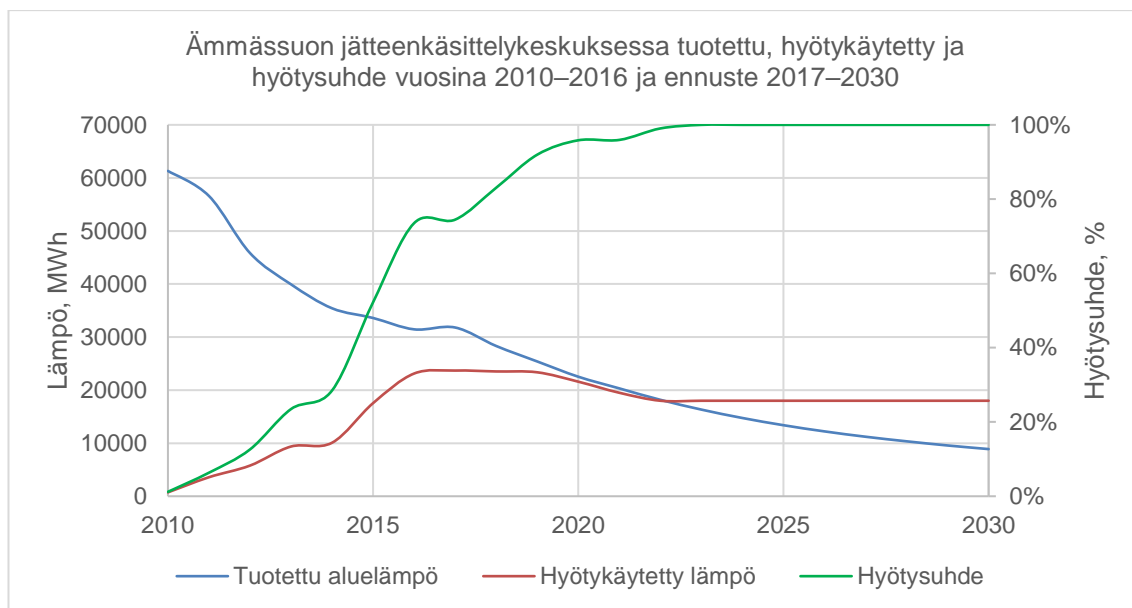
Biokaasuvoimalaitoksen käytössä ollutta toista biokaasumoottoria on ajettu noin 50–60 %:n teholla, jolloin lämpöä on tuotettu n. 0,6–1,6 MW:n teholla. Tämä lämmitysteho ei ole riittänyt vuoden 2017 kylmän alkuvuoden ja kesän lämmitystarpeisiin. Kompostointi-laitoksen prosessi tarvitsee lämpöä noin 0,4–1,2 MW jatkuvalla lämmitysteholla, jonka takia kaasuvoimalaitos (CHP1) on avustanut aluelämpöverkon lämmityksessä. Kuvassa 15 on esitetty biokaasuvoimalaitoksen (CHP2) energiantuotto 1.1.–30.6.2017.



Kuva 15. Biokaasuvoimalaitoksella tuotettu energian määrä 1.1.–30.6.2017.

Alustavien laskelmien mukaan vuotta 2015 voidaan pitää aluelämmityksen vakiovuotena, jolloin lämpöä hyötykäytettiin 17 554 MWh. Kyseisenä vuotena jätteenkäsittelykeskukseen oli rakennettu kaikki lämpöä kuluttavat merkittävät kulutuskohteet. Vaikka uusia kulutuskohteita jätteenkäsittelykeskukseen tulisi, ei suunnitteilla ole tulossa merkittäviä lämmönkulutuskohteita.

Nykyisillä arvioilla Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen voimalaitoksien energiamäärät tulevat riittämään vuoteen 2022 asti, minkä jälkeen voimalaitoksien vuositason energiamäärät ovat laskeneet niin paljon, etteivät nämä tule palvelemaan jätteenkäsittelykeskuksen perustarpeita. Jo ennen vuotta 2024 huippupakkasilla voimalaitoksien hetkelliset tehot eivät riitä enää kattamaan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen tarpeita. Kuvassa 16 on esitetty aluelämmön tuotto, hyötykäytetty lämpö ja lämmön hyötysuhde vuosina 2010–2016 ja ennuste vuosille 2017–2030.



Kuva 16. Aluelämmön riittävyys Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa vuosille 2016–2030.

Kesäkaudella voidaan aluelämpöä hyötykäyttää vuosina 2017–2028 Ämmässuon kaatopaikkojen jäteveden kierrätyksessä eli imeytyksessä. Imeytystä on mahdollista tehostaa ympärivuorokautisella kastelulla. Jäteveden lämmittäminen 32 °C:seen ja kierrättäminen takaisin kaatopaikalle edesauttaisi ja tehostaisi jätteenkäsittelykeskuksen kaasuntuotantoa pitkällä aikavälillä. Tehostamalla jäteveden kierrätystä olisi mahdollista saada aluelämmön hyötykäyttöä tehostettua maksimissaan 3,2 MW :n teholla.

Kaatopaikalta tulleita suotovesiä eli kaatopaikalta kerättyjä vesiä ja jätevesiä on mahdollista kierrättää takaisin vanhan kaatopaikan helmaan, jonka imeytysvirtaama on 8–10 l/s, ja lakeen, jonka imeytysvirtaama on 20–30 l/s. Nykyjärjestelmässä on kaksi lämmönvaihdinta, joiden maksimiteho on 3,2 MW. Tällä teholla korvattaisiin koko kaasuvoimalaitoksen hätäjäähdytyksen tarve. Imeytyksen hyödyntäminen lämmityksen kanssa olisi suunnattava aikavälille kevät–syksy, koska lämmityskaudella muut rakennukset ja käyttökohteet ovat ensisijaisia.

8 Pohdinta

Kaasuvoimalaitosta rakentaessa oli jo nähtävissä, että kaasumäärät kaatopaikalla ovat laskussa. Kaasuvoimalaitosta suunniteltaessa olisi pitänyt ottaa huomioon kaatopaikka-kaasun väheneminen ja miettiä tulevaisuuden ratkaisuja, joilla pystytäisiin korvaamaan kaatopaikkakaasu tulevaisuudessa. Kaasuvoimalaitos olisi voitu rakentaa aikaisemmin, esimerkiksi vuonna 2000. Kaatopaikkakaasua olisi voitu hyödyntää pidemmällä ajanjaksolla nykyisillä resursseilla ja kaasun polttamista soih tupolttimissa olisi voitu välttää ja kerätyn kaasun huippuvuosina 2005–2010 kaatopaikkakaasu pystytty hyödyntämään tehokkaammin tuottamalla sähköä ja lämpöä. Taulukossa 6 on esitetty toteutuneet määrät kaatopaikoilta keräystä metaanimäärästä ja teoreettiset lämmön ja sähköntuotannon määrät.

Taulukko 6. Vuosien 2000–2009 toteutuneet kerätyt metaanimäärät kaatopaikalta ja teoreettiset sähköntuotannon ja lämmöntuoton arviot.

Vuosi	Kaatopaikka, kerätty metaanimäärä, Nm ³	Kaatopaikka, sähköntuotanto teoreettinen Maksimiarvo, MWh	Kaatopaikka, lämmön tuotto hyötykäyttöön kaatopaikka teoreettinen maksimiarvo, MWh
2000	12 702 000	52 776	21 035
2001	15 811 800	65 697	26 184
2002	20 148 000	83 713	33 365
2003	23 157 060	96 216	38 348
2004	24 090 000	100 092	39 893
2005	31 930 200	132 667	52 876
2006	28 032 000	116 471	46 421
2007	31 154 940	129 446	51 593
2008	37 076 700	154 051	61 399
2009	37 130 550	154 274	61 488
Yht.	261 233 250	1 085 403	432 602

Biokaasulaitoksen valmistuessa vuonna 2015 tuli biokaasua kaasuvoimalaitokseen vuoteen 2016 asti. Biokaasu korvasi osan vähenemästä kaatopaikkakaasusta. Ämmäsuolle päätettiin rakentaa uusi voimalaitos, biokaasuvoimala CHP2, joka hyödyntäisi biokaasulaitoksen tuottaman biokaasun. Ratkaisu perustui siihen, että uusi biokaasuvoimalaitos pääsee biokaasun tariffin piiriin, jossa biokaasuvoimalaitoksen tuottamalle sähkölle maksetaan lisäksi syöttötariffia eli tuotantotukea 12 vuodeksi.

Tulevaisuuden näkymissä ei ole uutta kaatopaikkakaasun tulolähdettä, kun biokaasun hyödyntämiselle rakennettiin uusi biokaasuvoimalaitos. Biokaasu olisi ollut mahdollista ohjata myös kaasuvoimalaitokselle, jolloin ei uusia investointeja olisi tarvinnut. Biokaasulaitoksen biokaasu olisi sopinut kaasuvoimalaitoksen moottoreille ilman muutoksia. Kyseisellä biokaasulla oltaisiin korvattu osa kaatopaikkakaasun vajeus kaasuvoimalaitoksella. Myös vuoden 2016 alussa voimaan astunut valtioneuvoksen asetus VNa331/2013 kaatopaikoista, joka estää kaatopaikoille jätteen läjittämisen, rajoittaa kaatopaikkakaasun tuotannon jatkamista, minkä takia jätevirrat suuntaavat Vantaan Energia Oy:n jätepolttolaitokselle.

Kaasuvoimalaitoksen CHP1 yhteyteen pitäisi alkaa suunnitella uutta tekniikkaa, jolla korvattaisiin vähenevä kaatopaikkakaasun keräysmäärä. Kaasuvoimalaitoksen yhteyteen voisi harkita esimerkiksi puun kaasuttamislaitosta tai kaatopaikkakaasuun voitaisiin li-

sätä maakaasua joko kaasuputkea pitkin tai nestekaasusäiliössä säilytettävää nesteytettyä maakaasua. Näillä toiminnoilla olisi mahdollista välttää kaasumoottorien pysähtyminen ja pitää Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus omavaraisena lämmön ja sähkön suhteen.

Nykyinen infra, joka on rakennettu Ämmässuon jätteenkäsittelykeskukseen, rajaa suunnitelmia, joilla voitaisiin tehostaa aluelämpöverkon kehitystä. Tässä on huomioitava se, että vaikka kaasumäärät ovat laskussa, riittää nykyisten voimalaitoksien tuottama aluelämpö, mutta aluelämmön hyödyntämistä on tehostettava. Nähtävissä on, että vanhan ja uuden kaatopaikan kaasumäärät ovat laskussa, ja biokaasuvoimalaitoksen tehot riittävät kattamaan vain osan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen vuotuisista tarpeista. On arvioitu, että 5–7 vuoden aikana voimalaitosten aluelämmön tuotto ei riitä koko Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kohteisiin. Lämpömäärien vähentyessä on mietittävä sitä, mitkä jätteenkäsittelykeskuksen kohteet pysyvät aluelämpöverkossa, johon lämpö verkossa riittää, ja mitkä ovat ne kohteet, jotka siirtyvät sähkö- tai öljylämmitykseen. Tulevaisuudessa tulisi harkita ulkopuolista lämmön tulolähdettä, esimerkiksi ulkopuolista toimijaa, jolla varmistettaisiin, että Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen aluelämpöverkko jatkaisi toimintaansa.

Lähteet

- 1 HSY yleistietoa 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut – kuntayhtymä <<https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/Sivut/default.aspx>>. Luettu 2.2.2017
- 2 HSY päätöksenteko 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelu -kuntayhtymä <https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/paatoksenteko/Sivut/default.aspx> Luettu 2.2.2017
- 3 HSY Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristöraportti tammi-kesäkuu vuodelta 2016. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/ymparisto-raportti_1-6-2016_.pdf Luettu 22.7.2017
- 4 HSY Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristöraportti vuodelta 2016. Verkkodokumentti. 2017. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Jatteenkasittelykeskuk-sen_toiminta_2016.pdf Luettu 23.7.2017
- 5 HSY Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristöraportti vuodelta 2016. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Jatteenkasittelykeskuk-sen_toiminta_2016.pdf Luettu 23.7.2017
- 6 HSY Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristöraportti vuodelta 2016. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Jatteenkasittelykeskuk-sen_toiminta_2016.pdf Luettu 23.7.2017
- 7 HSY kaatopaikkakaasun keräys. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä <<https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/jatteenkasittelykeskus/kaatopaikkakaasu/Sivut/default.aspx>> Luettu 23.7.2017
- 8 HSY Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristöraportti vuodelta 2016. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Jatteenkasittelykeskuk-sen_toiminta_2016.pdf Luettu 23.7.2017
- 9 HSY biojätteen käsittely. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/jatteenkasittelykeskus/biojate/Sivut/default.aspx> Luettu 23.7.2017
- 10 Yritysyhteistyötä Ekomossa. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/jatteenkasittelykeskus/yritysyhteistyö/Sivut/default.aspx> Luettu 23.7.2017

- 11 HSY Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus kuva. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Jatteenkasittelykeskuksen_toiminta_2016.pdf Luettu 23.7.2017
- 12 HSY:n esittelymateriaali kalvosarja. 2015. 2017. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Luettu 29.9.2017
- 13 HSY:n esittelymateriaali kalvosarja. 2015_SU. 2017. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Luettu 29.9.2017
- 14 HSY Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristöraportti vuodelta 2016. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Jatteenkasittelykeskuksen_toiminta_2016.pdf Luettu 23.7.2017
- 15 HSY biojätteen käsittely. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/jatteenkasittelykeskus/biojate/Sivut/default.aspx> Luettu 23.7.2017
- 16 HSY:n esittelymateriaali kalvosarja. 2015_SU. 2017. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Intranet. Luettu 29.9.2017
- 17 HSY:n esittelymateriaali kalvosarja. 2015:SU. 2017. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Intranet. Luettu 29.9.2017
- 18 HSY biojätteen mädätyslaitoksen biokaasu hyödynnetään sähköksi ja lämmöksi. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/uutishuone/2014/Sivut/madatyslaitoksen_biokaasu_hyodynnetaan.aspx Luettu 15.2.2017
- 19 Biokaasulaitosten tukijärjestelmät Suomessa. Verkkodokumentti. Motiva Oy. https://www.motiva.fi/files/5160/Biokaasun_tukiratkaisut.pdf Luettu 1.7.2017
- 20 Multical 801 data sheet. 2016. Verkkodokumentti. Kamstrup A/S <<http://products.kamstrup.com/ajax/downloadFile.php?uid=512b5df61c35e&display=1>> Luettu 22.11.2016
- 21 Technical Description, Multical 602. 2016. Verkkodokumentti. Kamstrup A/S <<http://products.kamstrup.com/ajax/downloadFile.php?uid=512b552e54b69&display=1>> Luettu 22.11.2016
- 22 Ylitalo, Jesse. 2012. Rakennusautomaation väylät ja integraatio. Insinööritoimisto Metropolia Ammattikorkeakoulu. Verkkodokumentti. Theseus-tietokanta. <<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/52138/Rakennusautomaation%20vaylat%20ja%20integraatio.pdf?sequence=1>>. Luettu 23.11.2016

- 23 Overview. 2016. Verkkodokumentti Endress+Hauesr AG <<http://www.endress.com/en/Field-instruments-overview/Flow-measurement-product-overview/Product-Ultrasonic-flowmeter-Proline-Prosonic-Flow-91W>>. Luettu 22.11.2016
- 24 Asennus- ja käyttöohje. 2007. Verkkodokumentti Saint-Gobain Pipe Systems Oy <<http://www.sgps.fi/linkkitiedosto.asp?taso=2&id=30>>. Luettu 25.11.2016
- 25 HSY:n Ämmäsuon energiamittarien sijaintikartta 2016. 2017. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Intranet. Luettu 29.9.2017

